

感温液晶贴片在小学科学热辐射相关实验中的创新应用

文_蔡晓璇

(深圳市宝安区滨海小学(集团)海裕小学)

摘要:针对小学科学热学实验中热辐射等现象可视化难、动态性差、微小温差无法感知等问题,引入感温液晶贴片这一新型材料,探索对现有实验的改进与优化。本研究利用感温液晶贴片能将肉眼不可见的温度梯度变化转换为可见色彩变化的特性,设计并实施了阳光照射下水蒸发差异与温度变化可视化实验、手电筒直射与斜射热辐射效果对比实验,以及利用地球仪模拟太阳直射点移动对各地温度影响的实验。结果表明,感温液晶贴片使抽象的热量概念变得直观、连续、可记录,可显著降低认知难度,能有效激发学生的探究兴趣,是一种低成本、高效率的小学科学实验改进方案。

关键词:感温液晶贴片 热辐射 太阳直射点 小学科学实验

◎ 研究背景

《义务教育科学课程标准(2022年版)》中,热辐射既是核心概念“能的转化与能量守恒”中“能的形式、转移与转化”的重要内容,其与地球四季变化的联系也是理解核心概念“宇宙中的地球”的关键知识点。在“能的形式、转移与转化”学习活动建议中,课标建议“用纸袋包裹温度计放在太阳下晒,记录温度计示数的变化过程,探究热辐射现象”^[1]。在“技术、工程与社会”核心概念的学习活动建议中,课标建议结合“地球绕地轴自转”“地球围绕太阳公转”的知识,以及“热量”的概念,利用

灯泡和乒乓球等材料设计制作简单的太阳与地球关系模型,以观察并思考地球四季变化的成因。然而,由于热辐射引起的温升有限,相关实验(见表1)现象不够明显。同时,小学生处于形象思维阶段,需要借助直观的实验现象理解抽象概念。因此,热辐射等相关实验迫切需要一种直观、温度敏感性高的材料,以突显物体在热辐射作用下的温度变化。

感温液晶贴片是一种由胆甾型液晶材料制成的薄膜,胆甾型液晶具有螺旋结构,其分子层的层间距称为螺距,温度变化会促使螺距产生变化,不同螺距的胆甾型液晶会反射不同波段的光,从而造成胆甾型液晶颜色产生变化^[2]。当温度低于28℃时,感温液晶贴片呈现棕色。随着温度上升,颜色会逐步从棕色转变为橙色、黄色、绿色、蓝色。如果温度超过37℃时,感温液晶贴片会呈现深蓝色,甚至黑色。感温液晶贴片随着温度呈现连续色谱变化的特性具有突出优势:一是连续变色,28~37℃之间任意温度均有对应色彩,能完整展示物体温度的空间分布与时间演化;二是高敏感性,可分辨1℃量级的微小温差。相较于感温变色油墨随温度变化的特点而言,感温液晶贴片随温度变化颜色的效果更为显著。江海荣老师曾探索过感温液晶贴片在固体热传导实验中的应用,发现不仅有助于学生更加直观地理解热传导的速度、方向及不同材料间的差异,还有利于学生建构结构化的热传导模型^[3]。

表 1 热辐射相关实验及不足

核心概念	学习内容要求	现有实验设计	实验缺陷
能的转化与能量守恒	4.1 能的形式、转移与转化	对比阳光下和阴凉处 2 盘水的蒸发速度	蒸发缓慢，出现明显差异通常需 10 分钟左右，学生难以在课堂上即时观察到现象
	举例说明影响热传递的主要因素，列举它们在日常生产生活中的应用	对比阳光下和阴凉处 2 支温度计的读数	实验易受干扰，如阴凉处的风、手持温度计时体温的影响等
宇宙中的地球	9.3 地球围绕太阳公转 知道地球围绕太阳公转的周期和方向，理解四季的形成与地球公转有关	用灯泡或激光笔照射地球仪观察直射点的变化	实验不能突出直射点对地球某一区域的温度影响，学生难以建立直射点与四季变化的联系

据此，本研究以感温液晶贴片为核心元件，重新设计了 3 个热辐射相关实验，以期为小学科学实验教学提供兼具可视化、动态性与探究性的新方案。

☉ 阳光对水蒸发的影响

☞ 实验材料

水洗布（20 cm×8 cm）2 块、感温液晶贴片（3 cm×3 cm）2 片、盛有水的水槽、观察板、计时器。

☞ 制作与操作步骤

将感温液晶贴片平整地贴在 2 块水洗布的表面，确保无气泡。实验开始前，将浸泡在水槽中的水洗布取出，平整地铺在观察板上，确保 2 块水洗布的起始温度一致。将观察板放置于阴凉处与阳光下的交界处，同时开始计时，连续观察 1 分钟内的实验现象。

☞ 典型现象与分析

实验开始后约 20 秒，阳光下的感温液晶

贴片迅速由棕色变为绿色，并逐步变为蓝色；同时，水洗布上湿润的深色区域逐渐变为浅灰色。阴凉处的感温液晶贴片则慢慢由黑色变为橙色，进而变为绿色，水洗布上的深色区域几乎不变。1 分钟后，阳光下的感温液晶贴片已变为深蓝色，水洗布几乎完全变为白色；而阴凉处的感温液晶贴片仍为浅蓝色，水洗布仍有大片深色湿润区域（见图 1）。

在同一时间节点，对比阳光下和阴凉处感温液晶贴片颜色可以发现，阳光下的贴片颜色更偏向蓝色，阴凉处的贴片更偏向橙色，表明阳光下的水洗布温度更高。进一步对比水洗布的变化可知，阳光下湿润深色区域已基本消失，阴凉处仍有大面积湿润区域，表明阳光下的水蒸发速度更快。综合贴片颜色变化与水洗布干燥程度，学生可以得出结论：阳光照射下，物体温度较阴凉处高，水蒸发速度更快。

☞ 创新实验优势

本实验利用感温液晶贴片将温度的差异转

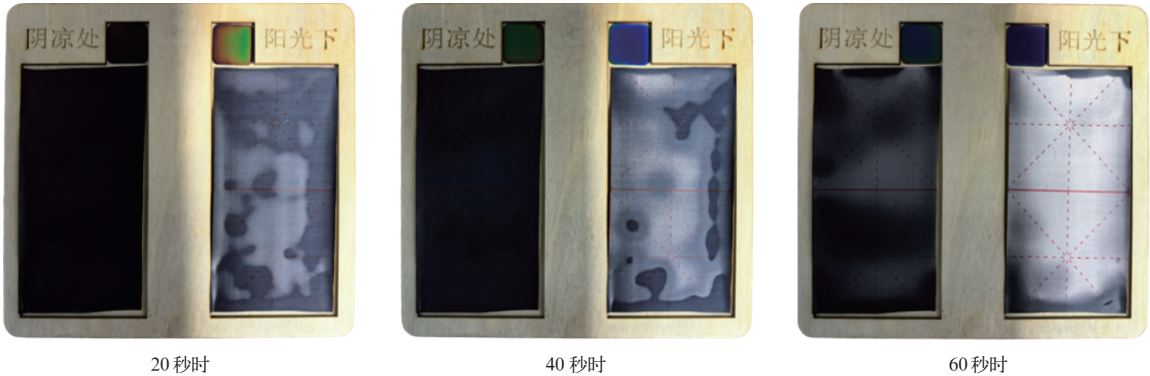


图 1 阳光对水蒸发的影响实验现象

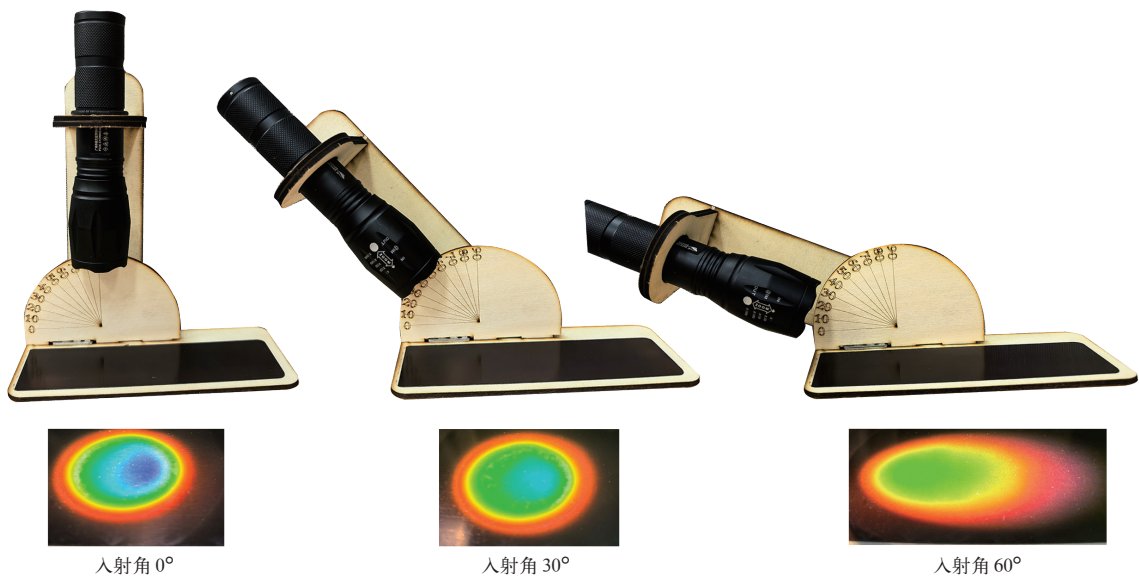


图2 光源直射与斜射热辐射效果实验现象对比

变为鲜明的色彩变化，有助于学生更加直观地观察实验现象。同时，本实验利用水洗布呈现水蒸发前后的对比，一方面通过水洗布颜色的变化，学生可以迅速判断剩余的水量；另一方面，水洗布水蒸发的现象仅需1分钟即可呈现明显的现象，大幅缩短了实验时间，提高了课堂效率。通过同时观察贴片颜色与水洗布变化，本实验成功将热辐射、温度变化与水蒸发速率联系在一起，有助于学生建构热辐射与日常现象之间的联系。

◎ 光源直射与斜射热辐射效果对比

☞ 实验材料

感温液晶贴片（18cm×5cm）、手电筒、带量角器的实验支架、计时器。

☞ 制作与操作步骤

将感温液晶贴片平整地贴在实验支架底板的表面，确保无气泡；将手电筒固定于可调角度的支架上。在室内无风、环境温度相对稳定的条件下，调整支架使手电筒光线垂直照射贴片（手电筒与底板的角度呈90°），静置1分钟，观察并记录底板上感温液晶贴片的颜色变化。关闭手电筒，静置约1分钟，待贴片颜色恢复后，将手电筒与底板的角度调整为60°，同样照射1分钟并观察变色情况。再次冷却贴片，将手

筒与底板的角度调整为30°，重复上述观察。

☞ 典型现象与分析

垂直照射时，光斑中心迅速变色，约10秒内由黑转橙，进而转为绿色和蓝色，持续照射30秒后颜色稳定在蓝色区域，表明温度较高。入射角为30°时，光斑中心变色明显滞后，颜色变化缓慢，30秒后停留在绿色偏蓝色阶段，未能到达直射时的色阶高度。入射角为60°时，变色更为滞后，30秒后颜色仅停留在黄绿色阶段。实验结果表明：同一光源下，直射时单位面积接收的辐射能多，温度升高速率快且终温高；随着入射角增大，单位面积接收的辐射能

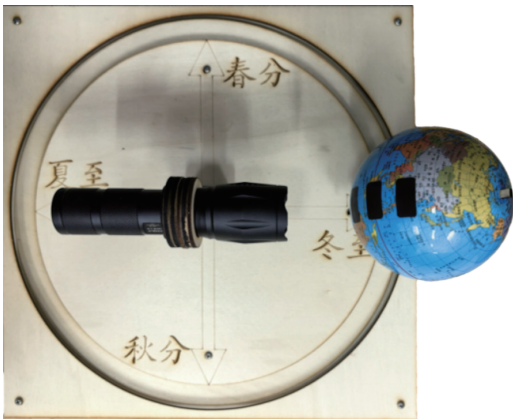


图3 模拟太阳直射点移动与四季温度变化

减少,温度升高速率变慢,相同时间内温升幅度减小,实验效果见图2。

② 创新实验优势

本实验借助感温液晶贴片,将普通手电筒的辐射强弱差异转化为肉眼可辨的鲜明色差,远比单纯凭借手指触觉“感觉有点热”的传统方式准确、高效。相对于使用浴霸等高功率灯泡,充电式手电筒移动便捷,安全性能也更高。

③ 模拟太阳直射点移动与四季温度变化

③ 实验材料

感温液晶贴片(3 cm × 1 cm)3块、手电筒、地球仪、地球公转轨道模型及支架。

③ 制作与操作步骤

沿地球仪某一条经线,将3块感温液晶贴片分别贴在南回归线、赤道和北回归线上,确保与球面贴合且牢固。在地球公转轨道模型中固定手电筒,调节手电筒的高度,使光束中心与地球仪球心等高。

◆ 探究不同季节太阳直射点变化与温度变化的关系

将地球仪移动到公转轨道的冬至点,旋转地球仪的底座,使得地轴北极倾向右上角。旋转手电筒和地球,使得手电筒发出的光束照射在地球仪上的感温液晶贴片上(见图3)。打开手电筒,照射1分钟,观察并记录北回归线、赤道、南回归线处贴片的颜色。随后,分别移动地球仪到公转轨道的春分点、夏至点和秋分点,保持地轴倾角不变的前提下,重复实验操作,观察并记录3块感温液晶贴片的颜色。每次改变公转位置前需静置使贴片恢复室温变黑,确保初始条件一致。

◆ 探究地轴倾斜角度与四季温度变化的关系

调整地轴倾斜角度,使得地轴与公转轨道垂直。将地球仪移动到公转轨道的冬至点,旋转手电筒和地球,使得手电筒发出的光束照射地球仪上的感温液晶贴片。打开手电筒,照射1分钟,观察并记

录北回归线、赤道、南回归线处贴片的颜色。随后,分别移动地球仪到公转轨道的春分点、夏至点和秋分点,在保持地轴与公转轨道垂直的前提下,重复实验操作,观察并记录3块感温液晶贴片的颜色。每次改变公转位置前需静置使贴片恢复室温变黑,确保初始条件一致。

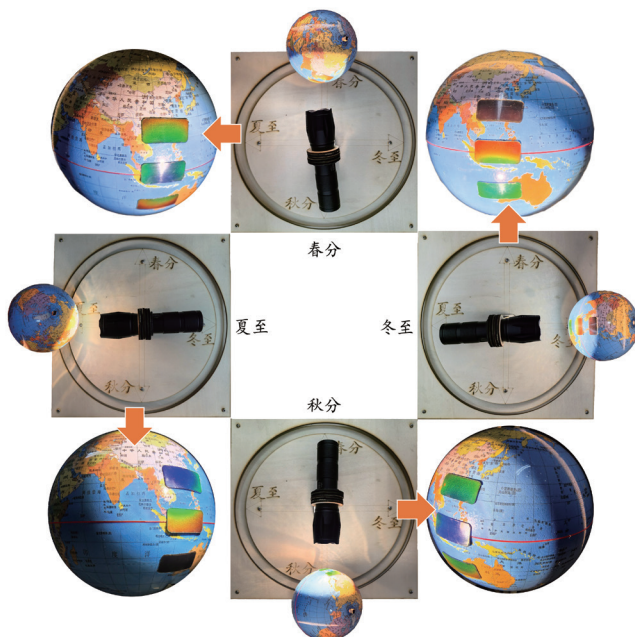


图4 地轴倾斜时,太阳直射点与四季温度变化的实验现象

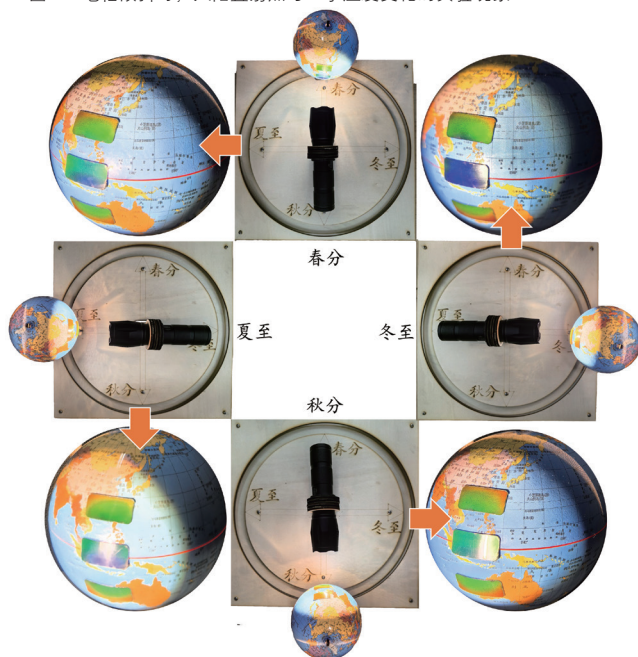


图5 地轴竖直时,太阳直射点与四季温度变化的实验现象

表 2 在二分二至点地球仪上测量点的温度变化情况

二分二至点	感温贴片位置	感温贴片颜色	该点相对温度	代表的季节
冬至	北回归线	棕色	温度低	冬
	赤道	橙色	温度中	春 / 秋
	南回归线	绿色	温度高	夏
春分	北回归线	绿色（偏橙色）	温度中	春 / 秋
	赤道	蓝色	温度高	夏
	南回归线	绿色（偏橙色）	温度中	春 / 秋
夏至	北回归线	蓝色	温度高	夏
	赤道	绿色（偏橙色）	温度中	春 / 秋
	南回归线	棕色	温度低	冬
秋分	北回归线	绿色（偏蓝色）	温度中	春 / 秋
	赤道	蓝色	温度高	夏
	南回归线	绿色（偏橙色）	温度中	春 / 秋

典型现象与分析

地球位于夏至点且地轴北极倾向手电筒时，北回归线处贴片迅速变为绿色，赤道处为橙色，南回归线处仍为黑色。这个实验模拟了地轴倾斜时，北回归线附近接收太阳辐射最强，北半球温度高，处于夏季；南半球温度低，处于冬季，现象与实际吻合。地球位于春秋分点且地轴倾斜方向不变时，赤道贴片呈绿色，南北回归线贴片均为程度相近的橙色，反映赤道地区最热，南北两侧温度对称递减，南、北半球分别处于春季或秋季。地球位于冬至点且地轴北极远离手电筒时，颜色高温区转移至南回归线，贴片呈绿色（或蓝色），赤道贴片为橙色，北回归线贴片仍为黑色，表明南半球处于夏季，北半球处于冬季。实验现象见图 4 和表 2。

当地轴调整为与水平面垂直时，无论地球处于公转轨道任何位置，赤道处贴片始终为绿色，南、北回归线处始终为橙色，实验现象见图 5。通过对地轴倾斜与垂直 2 种情况的对比，学生可以发现：地球上的四季变化是由地球公转和地轴倾斜（约 23.5°）共同导致的。地轴倾斜方向在公转过程中基本不变，使得太阳直射点在南北回归线之间往返移动，引起南北半球温度变化，从而形成四季。

创新实验优势

本实验将太阳直射点的回归运动与地球仪表面不同位置的色彩变化联系在一起，同时利

用感温液晶贴片的色彩变化直观呈现不同季节的温度变化，实验现象明显。实验时，学生可以亲自转动地球仪模拟公转位置，观察到直射点所在纬度温度最高、远离直射点温度逐渐降低的空间温度变化。液晶贴片对微小辐射温差的敏感响应，使得这一模拟的可视化效果更为突出。

结论

利用感温液晶贴片对温度变化的直观呈现与高敏感性，将原本不可见的热量传递与温度分布转化为连续、动态、色彩鲜明的图像。这种转变契合小学生以具象思维为主的心理特点，可有效帮助学生建构温度分布、温度变化与辐射角度的关系，以及太阳直射点的移动与温度变化的关系等一系列科学观念。3 项创新实验材料简单、操作便捷、现象稳定，便于在常态课堂中推广。未来，还可探索将感温液晶贴片与便携式温度传感器或热成像仪等数字式温度测量仪器结合，从定性探究转为定量探究，为小学科学实验教学注入新的活力。

参考文献

[1] 义务教育科学课程标准修订组. 义务教育科学课程标准(2022 年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
[2] 高飞, 佟钰, 王晓丹. 感温变色材料发展现状浅析[J]. 山东化工, 2018, 47(9): 68-71, 73.
[3] 江海荣. 液晶温变贴在固体热传导实验中的应用[J]. 湖北教育(科学课), 2025(8): 77-78.